Journal of Agricultural Economics and Development

Homepage: https://jead.um.ac.ir

Full Research Paper
Vol. 36, No. 3, Fall 2022, p. 287-300

Application of the Combined Index, Decomposing-Decoupling of Energy Consumption in the Agricultural and Industrial Sectors of Iran

S. Naghavi [1*]

Received: 22-01-2022
Revised: 19-02-2022
Accepted: 04-04-2022
Available Online: 06-10-2022

How to cite this article:
Naghavi, S. (2022). Application of the Combined Index, Decomposing-Decoupling of Energy Consumption in the Agricultural and Industrial Sectors of Iran. *Journal of Agricultural Economics & Development 36*(3): 287-300. (In Persian with English abstract)
DOI: 10.22067/JEAD.2022.74585.1111

Introduction

In today's world, energy plays a prominent role in various economic and political fields. A role that has plagued many countries with a monopoly economy and its effects, and has left others with costly problems caused by rising energy prices, and in general, even international relations and disputes has made an impact. Accordingly, communities are looking for ways to reduce energy consumption without harming their economic growth. Due to the shortage energy resources and its role in economic growth, its optimal use is an important goal in the economic development of each country. Therefore, it is necessary to know the factors affecting changes in energy consumption, which requires the decomposing of energy consumption into different factors affecting changes in energy consumption. In the present study, the factors affecting energy consumption are analyzed using statistics and information of industry and agriculture sectors during the period 1397-1387 to three factors: structural effect, activity effect and energy intensity effect. The relationship between energy consumption and GDP growth in these two sectors has been studied to determine which factor has the greatest role in energy consumption changes in industry and agriculture and to suggest appropriate policy solutions.

Materials and Methods

Decomposing Analysis is one of the most widely used approaches in analyzes related to energy consumption and CO2 emissions. It is concluded that one is structural analysis (SDA) and the other is index analysis (IDA). These two analysis techniques are different and each has advantages and disadvantages. The SDA technique is more complex and requires a lot of data. On the other hand, the data-output table is prepared every few years and annual data are not available. Instead, more information and findings are obtained using the SDA technique. The IDA technique is simple and does not require much data. It can be used with big data and does not need the data of any particular department or product. For this reason, the SDA technique has been used more. This study is used the Tapio decoupling index to explain the decoupling status. Decoupling index is the best technique to describe the dependence of economic growth on energy consumption and it is used to discover the relationship between energy consumption and economic growth. In the present study, using the Logarithmic Mean Division (LMDI) index, to analyze the factors affecting energy consumption in industry and agriculture and then using the decoupling index to examine the relationship between energy consumption and GDP growth in these two sections are discussed.

Results

The results of the decomposing of energy consumption from GDP in the industrial sector showed that in most of the studies on the effect of energy intensity in agricultural sector, the effect of production had the greatest role in the decompose of energy consumption from GDP.

Conclusion

This study examined the decoupling of energy consumption from GDP of the industrial and agricultural

1- Assistant Professor, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, University of Jiroft, Jiroft, Iran
(*- Corresponding Author Email: somnaghavi@ujiroft.ac.ir)

sectors and the factors affecting energy consumption for each sector in Iran. The results of decomposition of energy consumption from GDP in the industrial sector showed that in most of the studied years, the effect of energy intensity and in the agricultural sector, the production effect had the greatest role in decomposing energy consumption from GDP. In 2010 and 2016, the production effect had a negative effect on energy consumption and increased energy consumption. In 1394, the index of decoupling of energy consumption from the growth of the agricultural sector was the best and most ideal possible, strong decoupling, and this indicates that the growth rate of the agricultural sector was higher than the growth rate of energy consumption. This year, the effect of energy intensity has had a positive effect on reducing energy consumption. The composite index has not experienced much fluctuation. Different modes of decoupling index and factors affecting energy consumption in industry and agriculture can be used as evidence for countries efforts to strongly decoupling and save energy in industry and agriculture. Advances in technology and innovation can reduce the growth dependence of sectors on energy consumption. Also, attention should be paid to optimizing the economic structure to create economic stability and reach the ideal state of the decoupling index.

Keywords: Agriculture, Decoupling Index, Energy consumption, Industry, LMDI Index

Journal of Agricultural Economics and Development
https://jead.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۳۶، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۱، ص. ۳۰۰-۲۸۷

کاربرد شاخص ترکیبی جداسازی- تجزیه مصرف انرژی در بخش‌های کشاورزی و صنعت ایران

سمیه نقوی[1]*

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۰۲
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۱/۱۵

چکیده

در دنیای امروز، انرژی نقش برجسته‌ای در زمینه‌های مختلف اقتصادی و سیاسی ایفا می‌کند. نقشی که بسیاری از کشورها را گرفتار اقتصاد تک محصولی و عوارض ناشی از آن و برخی دیگر را دچار مشکلات هزینه‌ای ناشی از افزایش قیمت انرژی نموده و در نگاهی کلان‌تر، حتی مناسبات و مناقشات کشورها در سطح بین‌الملل را متأثر ساخته است. باتوجه به محدودیت منابع انرژی پایان‌پذیر و نقش آن در رشد اقتصادی، استفاده بهینه از آن، یک هدف مهم در توسعه اقتصادی هر کشور می‌باشد. بنابراین شناخت عوامل مؤثر بر تغییرات مصرف انرژی ضروری بوده و این امر مستلزم تجزیه مصرف و بررسی سهم اثرساختاری، تولیدی و شدت انرژی در تغییرات مصرف انرژی است. در مطالعه حاضر با استفاده از شاخص دیویژیای میانگین لگاریتمی (LMDI)، به تجزیه سهم اثرساختاری، تولیدی و شدت انرژی در تغییرات مصرف انرژی بخش‌های صنعت و کشاورزی و سپس با استفاده از شاخص جداسازی (Decoupling) به بررسی رابطه بین مصرف انرژی و رشد تولید ناخالص داخلی در این دو بخش پرداخته شده است. نتایج تجزیه مصرف انرژی در بخش صنعت نشان داد در بیشتر سال‌های مورد مطالعه، اثر شدت انرژی و در بخش کشاورزی اثر تولیدی بیشترین نقش را در تجزیه مصرف انرژی داشته است. حالت‌های مختلف شاخص جداسازی و عوامل مؤثر بر مصرف انرژی در بخش صنعت و کشاورزی می‌تواند به‌عنوان شواهدی برای تلاش کشورها، جهت جداسازی قوی و ذخیره انرژی بخش صنعت و کشاورزی مورد استفاده قرار گیرند. پیشرفت تکنولوژی و نوآوری می‌تواند وابستگی رشد بخش‌ها به مصرف انرژی را کاهش دهد.

واژه‌های کلیدی: شاخص جداسازی، شاخص دیویژیای میانگین لگاریتمی، کشاورزی، صنعت، مصرف انرژی

مقدمه

لزوم مدیریت مصرف انرژی در طرف عرضه و تقاضای انرژی و تأثیر آن در ارتقای کارایی انرژی بر کسی پوشیده نیست و فاصله شاخص‌های مهم ارزیابی مصرف انرژی در کشوری مانند ایران با سطح استاندارد جهانی خود مبین این موضوع است. در دنیای امروز، انرژی نقش برجسته‌ای در زمینه‌های مختلف اقتصادی و سیاسی ایفا می‌کند. نقشی که بسیاری از کشورها را گرفتار اقتصاد تک محصولی و عوارض ناشی از آن و برخی دیگر را دچار مشکلات هزینه‌ای ناشی از افزایش قیمت انرژی نموده و در نگاهی کلان‌تر، حتی مناسبات و مناقشات کشورها در سطح بین‌الملل را متأثر ساخته است. بر همین اساس جوامع به دنبال راهکارهایی هستند تا مصرف انرژی را بدون آسیب زدن به روند رشد اقتصادی کاهش دهند (Ministry of Energy, 1397). ایران به‌عنوان کشوری روبه رشد و برخوردار از منابع انرژی غنی و گسترده و وجود مخازن بزرگ نفتی، معادن عظیم زیرزمینی و توان بالقوه انرژی یک از مصداق‌های الگوی رشد با فشار بر منابع طبیعی به‌شمار می‌رود (Barati Malaieri and Hoori Jaafari, 2008). در ایران، ویژگی منابع محور بودن اقتصاد و ساختار تولید مبتنی بر مصرف انرژی موجب شده است که میزان مصرف انواع سوخت‌های فسیلی و غیرفسیلی در سطح بالایی قرار گرفته و روند رو به رشدی داشته باشد (Hashemi and Amadeh, 2020). یکی از کانال‌های عمده تسریع رشد اقتصادی کشورها، رشد بخش صنعت آن‌هاست. بخش صنعت به عنوان بخش

۱- استادیار، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت، جیرفت ایران
(*- نویسنده مسئول: (Email: somnaghavi@ujiroft.ac.ir
DOI: 10.22067/JEAD.2022.74585.1111

پیشرو توسعه اقتصادی کشور قلمداد گردیده، و این بخش با مصرف ۳۲۲/۹ میلیون بشکه نفت خام، یکی از پرمصرف‌ترین بخش‌های مصرف‌کننده انرژی در سال ۱۳۹۳ بوده است. به‌طوری‌که طی سال-های ۱۳۹۷-۱۳۸۷ مصرف نهایی این بخش از ۲۵۲/۷ میلیون بشکه معادل نفت خام در سال ۱۳۸۷ به ۳۵۸/۳ میلیون بشکه معادل نفت خام در سال ۱۳۹۷ افزایش یافته است (Ministry of Energy, 1397).

بررسی متوسط مصرف نهایی انرژی بخش کشاورزی، طی پنج برنامه توسعه اقتصادی (۱۳۹۴-۱۳۶۸) کشور حاکی از آن است که میزان آن از ۳۱/۶ میلیون بشکه معادل نفت خام به ۴۸/۹ میلیون بشکه معادل نفت خام افزایش یافته است. با این وجود متوسط سهم مصرف نهایی بخش از متوسط کل مصرف نهایی کشور از ۵/۱ به ۴ درصد رسیده است. این امر بیشتر در برنامه سوم، چهارم و پنجم توسعه رخ داده است. عمده دلیل این امر عدم تحقق اهداف درنظر گرفته شده در برنامه‌های توسعه بوده است. در برنامه پنجم توسعه نیز این امر با هدفمندی یارانه‌ها و حمایت‌های اندک دولت در زمینه‌ی حامل‌های انرژی مورد استفاده بخش کشاورزی تشدید گردید (Bagherzadeh, 2019).

جدول ۱- بررسی متوسط مصرف نهایی و سهم بخش کشاورزی از مصرف نهایی کل کشور طی پنج برنامه توسعه (۱۳۹۴-۱۳۶۸)

Table 1- Assessing the average marginal consumption and the share of the final consumption of the whole country during five development Plans

		بخش کشاورزی Agricultural Sector		
	متوسط نهایی کل کشور The final average of the whole country	مصرف نهایی Marginal consumption	نرخ رشد دوره Growth rate	سهم از مصرف نهایی کل کشور Share of the marginal consumption of the whole country
متوسط برنامه اول The average of first program	618.8	31.6	3.9	5.1
متوسط برنامه دوم The average of Second program	646.14	31	-0.2	4.7
متوسط برنامه سوم the average of third program	744.56	30.9	1.3	4.1
متوسط برنامه چهارم The average of fourth program	1053.1	38.6	5.6	3.6
متوسط برنامه پنجم The average of fifth program	1247	48.9	2.5	4

مأخذ: وزارت نیرو، ترازنامه انرژی

Source: Ministry of Energy

هنگامی که نرخ رشد اقتصادی به طرز محسوسی بالا می‌رود، فشار فزاینده‌ای بر منابع وارد می‌شود. در این راستا، تقاضا برای نیروی انسانی متخصص، نیاز به سرمایه و تجهیزات سرمایه‌ای و مصرف مواد خام و انرژی افزایش می‌یابد. چنان‌چه امکان بهره‌برداری بیشتر از هریک از منابع یاد شده به موازات رشد تولید مهیا نباشد، تولید با تنگنا روبرو می‌شود. از این‌رو، ارتباط بین رشد اقتصادی و مصرف حامل‌های مختلف انرژی مانند فرآورده‌های نفتی، گاز طبیعی و برق به‌عنوان عوامل مهم تولید، توجه بسیاری از تحلیل‌گران اقتصادی را به خود جلب کرده است (Amadeh *et al.*, 2009).

باتوجه به محدودیت منابع انرژی و نقش آن در رشد اقتصادی، استفاده بهینه از آن به‌عنوان یک هدف مهم در توسعه اقتصادی هر کشور می‌باشد. بنابراین شناخت عوامل مؤثر بر تغییرات مصرف انرژی ضروری می‌باشد که این امر مستلزم تجزیه مصرف انرژی به عوامل مختلف مؤثر بر تغییرات مصرف انرژی است. با توجه به اهمیت

موضوع جداسازی عوامل مؤثر بر مصرف انرژی، در مطالعه حاضر با استفاده از شاخص دیویژیای میانگین لگاریتمی[۱](LMDI)، به تجزیه اثرساختاری، فعالیت و شدت انرژی در مصرف انرژی در بخش‌های صنعت و کشاورزی و سپس با استفاده از شاخص جداسازی (Decoupling) به بررسی رابطه بین مصرف انرژی و رشد تولید ناخالص داخلی در این دو بخش طی دوره زمانی ۱۳۹۷-۱۳۸۸ پرداخته شده است تا ضمن مشخص نمودن این که کدام اثر بیشترین نقش را در تغییرات مصرف انرژی بخش‌های صنعت و کشاورزی دارد، راهکارهای سیاستی مناسب پیشنهاد گردد. پس از بررسی مبانی نظری و ادبیات موضوع، مواد و روش‌ها و پس از آن تجزیه و تحلیل و نتیجه‌گیری ارائه می‌شود.

مبانی نظری

"تحلیل تجزیه" یکی از رویکردهایی است که در تحلیل‌های مرتبط با مصرف انرژی و انتشار CO_2 به طور گسترده‌ای به کار برده می‌شود. در بررسی تجزیه و برای تحلیل عوامل محرک در انتشار CO_2،دو رویکرد متفاوت به‌کار گرفته شده است که یکی، تحلیل تجزیه‌ی ساختاری (جدول داده - ستانده) (SDA)[۲] و دیگری تحلیل تجزیه‌ی شاخص (IDA)[۳] می‌باشد.

این دو تکنیک تجزیه، متفاوتند و هر کدام محاسن و معایبی دارند . تکنیک SDA پیچیده‌تر بوده به داده‌های زیادی نیاز دارد. از سوی دیگر، جدول داده-ستانده هر چند سال یک بار تهیه می‌شود و داده‌های سالانه در دسترس نیست. درعوض، با استفاده از تکنیک SDA، اطلاعات و یافته‌های بیشتری به‌دست می‌آید. تکنیک IDA ساده بوده و به داده‌های زیادی ندارد. به این دلیل، بیشتر مورد استفاده قرار گرفته است.

تکنیک IDA، به دو روش IDA برپایه‌ی شاخص لاسپیرز[۴] و IDA برپایه شاخص دیویژیا[۵] تقسیم می‌شود. شاخص IDA لاسپیرز، شامل شاخص لاسپیرز پایه، شاخص پاشه، شاخص فیشر و شاخص مارشال - اجورث[۶] است که همگی بر پایه‌ی شاخص‌های لاسپیرز پایه و پاشه هستند. شاخص IDA دیویژیا نیز شامل شاخص دیویژیای میانگین حسابی (AMDI)[۷] و شاخص دیویژیای میانگین لگاریتمی (LMDI) است که توسط انگ و چویی (۱۹۹۷)[۸]، ارائه شده و به وسیله‌ی انگ (۲۰۰۵)[۹] بسط یافته است. هر کدام از شاخص‌های IDA کاربرد معینی دارند و برای استفاده ای خاص به کار می‌روند. از بین این شاخص‌ها تنها دو شاخصِ IDAلاسپیرز و IDA دیویژیای میانگین لگاریتمی در تمام موارد قابل استفاده بوده و نتایج مشابهی نیز به‌دست می‌دهند. این دو روش IDA مزایا و معایبی دارند. استفاده از این دو روش به تعداد عوامل مورد بررسی و همچنین به شکل و نوع داده‌ها بستگی دارد. در مقایسه‌ی بین دو روش IDA لاسپیرز و IDA دیویژیای میانگین لگاریتمی، اگر داده‌های مورد استفاده شامل عدد صفر نباشد، استفاده از روش IDA دیویژیای میانگین لگاریتمی قابل استفاده است. هر چند که روش IDA لاسپیرز نیز همواره قابل استفاده بوده، اما پیچیده‌تر از روش IDA دیویژیای میانگین لگاریتمی می‌باشد (Ang and Zhang, 2006).

شاخص جداسازی، بهترین تکنیک برای توصیف وابستگی رشد اقتصادی به مصرف انرژی بوده و از آن برای کشف ارتباط بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی استفاده می‌شود (Tapio, 2005). مفهوم جداسازی در ابتدا توسط ون[۱۰] (۱۹۸۹) معرفی شد و زنگ (Zhang, 2000) برای اولین بار از این مفهوم برای کشف ارتباط بین انتشار دی اکسید کربن و رشد اقتصادی در کشور چین، استفاده کرد. این مفهوم در سال ۲۰۰۲ توسط سازمان همکاری‌های اقتصادی و توسعه (2010)[۱۱] به عنوان یک شاخص معرفی شد.

ادبیات تحقیق

در خصوص ارتباط بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی در داخل و خارج کشور، مطالعاتی صورت گرفته است.

آماده و هاشمی (Amadeh and Hashemi, 2020) با استفاده از ترکیب شاخص دیویژیای میانگین لگاریتمی و شاخص جداسازی، به تحلیل ارتباط بین رشد تولید ناخالص داخلی و مصرف انرژی در بخش کشاورزی پرداختند. نتایج نشان داد از بین عوامل، اثر فعالیت و ساختاری به ترتیب بیشترین سهم و اثر شدت انرژی، کمترین سهم را در توضیح تغییرات مصرف انرژی این بخش داشته‌اند. صادقی و همکاران (Sadeghi *et al.*, 2019) عملکرد مصرف انرژی در استان‌های ایران را با استفاده از تحلیل تجزیه شاخص بررسی کردند. نتایج نشان داد در رتبه‌بندی اثر شدت سیستان و بلوچستان با رتبه

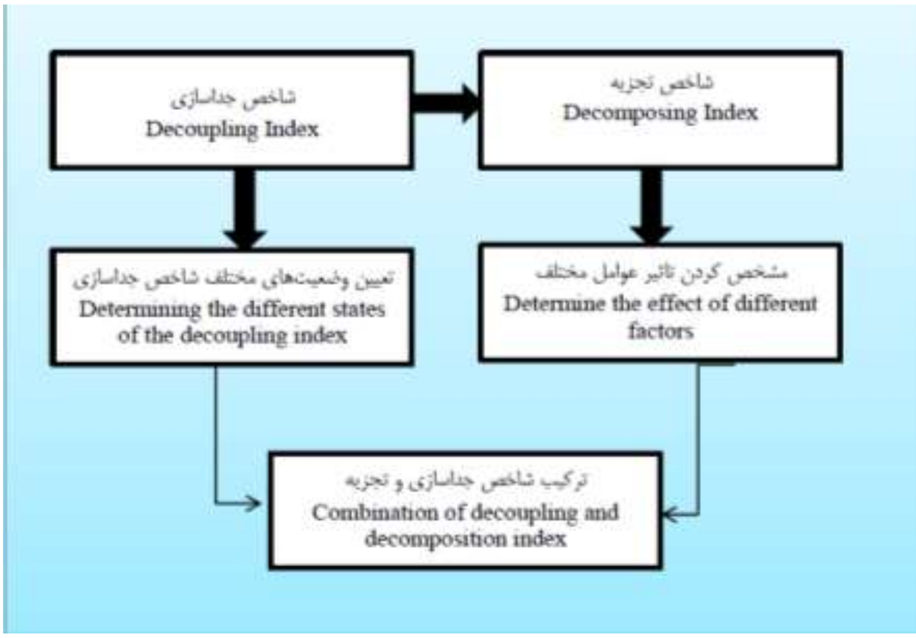
1- Logarithmic Mean Divisia Index
2- Structural Decomposition Analysis.
3- Index Decomposition Analysis
4- Laspeyres IDA
5- Divisia IDA
6- Basic Laspeyres index, Paasche index, Fisher ideal index and Marshall–Edgeworth index.
7- Arithmetic Mean Divisia Index

8- Ang& Choi
9- Ang, B.W.
10- Von
11- Organization for Economic Cooperation and Development 2002

۱کم‌ترین توان صرفه‌جویی و تهران با رتبه ۳۱ بیشترین توان صرفه‌جویی را دارند. هاشمی و آماده (Hashemi and Amadeh, 2020) به تجزیه مصرف انرژی در بخش‌های صنعت و حمل و نقل با استفاده از رهیافت تلفیق شاخص دیویژیا و جداسازی پرداختند. نتایج نشان داد اثر ساختاری در توضیح تغییرات مصرف انرژی و در توضیح روند جداسازی مصرف انرژی از رشد تولید ناخالص داخلی بیشترین سهم را دارد. پورعبادالهان کویچ و همکاران (Pourebadollahan Covich et al., 2016)، تجزیه عوامل مؤثر بر تغییرات مصرف انرژی در زیربخش‌های صنعتی ایران: روش‌های لاسپیرز و دیویژیا را بررسی کردند. نتایج نشان داد عامل اصلی افزایش مصرف انرژی، تغییرات اثر فعالیت و در نقطه مقابل، مهم‌ترین عامل کاهش مصرف انرژی، تغییرات اثر شدت انرژی است و تغییرات اثر ساختاری سهم ناچیزی در تغییرات مصرف انرژی داشته است. توانا نجار و فیضی (Tavana Najar and Feizi, 2015) به بررسی عوامل مؤثر بر مصرف فرآورده‌های نفتی در بخش خانگی در دوره زمانی ۱۳۷۵-۱۳۹۰، پرداختند. نتایج نشان داد تغییرات اثر ساختاری بیشترین سهم را در کاهش مصرف فراورده‌های نفتی در بخش خانگی داشته است. فطرس و براتی (Fotros and Barati, 2011) به تجزیه‌ی انتشار دی اکسید کربن ناشی از مصرف انرژی در بخش‌های اقتصادی ایران پرداختند. نتایج نشان داد رشد اقتصادی بزرگ‌ترین اثر مثبت را بر تغییرات انتشار دی اکسید کربن در تمام بخش‌های مورد بررسی، به‌جز بخش صنعت و حمل و نقل و در کل اقتصاد داشته است. ابونوری و نیکبان (Abounoori and Nikban, 2009) عوامل مؤثر بر شدت مصرف انرژی به روش دیویژیا را مورد بررسی قرار دادند. نتایج مطالعه نشان داد اثرساختاری دارای سهم اندکی در توضیح تغییرات مصرف انرژی بوده و اثرات شدت خالص و تولیدی سهم غالبی در این توضیح دارند.

نقوی و همکاران (Naghavi et al., 2021) به جداسازی انتشار دی اکسید کربن ناشی از مصرف سموم و کودهای شیمیایی از رشد بخش کشاورزی استان‌های خراسان رضوی، گلستان، گیلان و اصفهان پرداختند. نتایج نشان داد در این استان‌ها، در سال‌های ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۸ در بیشتر سال‌ها وضعیت جداسازی قوی اتفاق افتاده است. ژو و هو (Zhou and Hu, 2020) جداسازی انتشار کربن در بخش کشاورزی کشور چین و ارتباطش با رشد اقتصادی را بررسی کردند. چن و همکاران (Chen et al., 2020) تجزیه مصرف انرژی و جداسازی آن با رشد اقتصادی را در بخش کشاورزی ۸۹کشور بررسی کردند. نتایج نشان داد بین ۸۹ کشور مورد مطالعه، بخش کشاورزی۱۸ کشور جداسازی قوی را تجربه کرده است. انگو با استفاده از شاخص جداسازی تاپیو به جداسازی انتشار دی اکسید کربن از رشد اقتصادی در کامرون پرداخت. یافته‌های تحقیق نشان داد در کامرون جداسازی ضعیف اتفاق افتاده است. انگ و ژانگ (Ang and Zhang, 2006) شاخص‌های مربوط به تجزیه شدت انرژی و تأثیر تغییرات مربوط به ترکیبات مختلف تولید را مطالعه کردند. لو و همکاران (Luo et al., 2017) حالت‌های جداسازی بین توسعه اقتصادی و انتشار دی اکسید کربن را در دوره ۱۹۹۷-۲۰۱۴ در بخش کشاورزی در چین را مطالعه کردند. نتایج نشان داد جداسازی قوی در اکثر سال‌ها وجود داشته است. لانگ و وانگ (Long and Wang, 2017)، با کاربرد شاخص جداسازی بیان کردند که مصرف منابع و آلودگی محیطزیست ناشی از رشد اقتصادی، کاهش سطح رفاه جامعه را در چین به دنبال خواهد داشت. وانگ و همکاران (Wang, 2013) تحلیل مقایسه‌ای بین کشورهای چین و ایالت متحده آمریکا را از منظر شاخص تجزیه و جداسازی انتشار کربن از رشد اقتصادی انجام دادند. نتایج نشان داد در اکثر سال‌های دوره مورد مطالعه، کشور چین جداسازی گسترده و ضعیف و ایالات متحده عمدتا" جداسازی ضعیف و قوی را تجربه کرده‌اند. ژو و بای (Zhou and Bai, 2016) به جداسازی بین انتشار دی اکسید کربن و رشد اقتصادی پرداختند و نشان دادند که رشد اقتصادی عامل اصلی انتشار دی اکسید کربن در طی دوره مورد مطالعه است. ژانگ (Zhang, 2000) به جداسازی ارتباط بین رشد اقتصادی و مصرف انرژی در کشور چین پرداختند و توصیه‌های سیاستی را ارائه دادند. رن و همکاران (Ren et al., 2014) با استفاده از شاخص جداسازی نشان دادند صنایع تولیدی چین در طی دوره زمانی ۱۹۹۶-۲۰۱۰ چهار مرحله جداسازی منفی قوی، ضعیف، منفی گسترده و ضعیف را تجربه کرده‌اند.

باتوجه به مطالعات ذکر شده در ادبیات تحقیق، می‌توان گفت اکثر مطالعات در خصوص ارتباط رشد اقتصادی و انتشار دی اکسید کربن با استفاده از شاخص جداسازی بوده و یا به مقایسه روش‌های مختلف تجزیه پرداخته‌اند. در داخل کشور نیز تاکنون مطالعات بسیار محدودی در خصوص ترکیب شاخص جداسازی و تجزیه مصرف انرژی در بخش‌های صنعت و کشاورزی انجام گرفته است. از این رو، در این مطالعه شاخص ترکیبی Decoupling-LMDI در تجزیه مصرف انرژی در بخش‌های کشاورزی و صنعت ایران استفاده شده است. مدل مفهومی تحقیق حاضر به شکل زیر است:



شکل ۱- مدل مفهومی تحقیق

Figure 1- Conceptual model of research

روش پژوهش

بر اساس مطالعات انگ (Ang and Zhang, 2006) فرض کنید که مقدار V یک متغیر کلان مرتبط با انرژی باشد. در صورتی‌که nعامل قابل اندازه‌گیری $x_1, x_2, \dots, x_n$ طی زمان بر تغییرات V مؤثر باشند. فرض کنید اندیس i به‌عنوان بخش یا زیربخش متغیر کلان مورد مطالعه باشد، آنگاه در سطح بخش‌ها یا زیربخش‌ها می‌توان نوشت:

$$V_i = x_{1.i} . x_{2.i} . x_{3.i} \dots x_{n.i} \quad (۱)$$

تحلیل تجزیه شاخص در حالت عمومی به‌صورت زیر خواهد بود:

$$V = \sum V_i = \sum x_{1,i} * x_{2,i} \dots * x_{n,i} \qquad V_i = x_{1,i} * x_{2,i} \dots * x_{n,i} \quad (۲)$$

که زیرنویسi می‌تواند علامت یک ویژگی کلی مانند شماره بخش‌های اقتصادی باشد. به‌علاوه فرض کنید در طی دوره صفر تا T مجموع تغییرات از $V^0 = \sum x_{1.i}{}^0 * x_{2.i}{}^0 \dots * x_{n.i}{}^0$ به $V^T = \sum x_{1.i}{}^T * x_{2.i}{}^T \dots * x_{n.i}{}^T$ تغییر کند. بر این اساس، فرم کلی تجزیه ضربی به شکل زیر فرمول‌بندی می‌شود:

$$D_{tot} = \frac{V^T}{V^0} = D_{x_1} D_{x_2} \dots D_{x_k} D_{rsd} \quad (۳)$$

به‌طوری‌که D_{tot} بیانگر کل تغییرات و D_{rsd} بیانگر قسمت باقیمانده است که برای روش‌هایی همچون LMDI و شاخص فیشر که تجزیه به صورت کامل انجام می‌گیرد، برابر صفر می‌باشد. بر اساس تعریف شاخص میانگین لگاریتمی دیویژیا در قالب فرم ضربی، تأثیر K امین عامل در تغییرات کل را می‌توان به‌صورت زیر تعریف کرد[۱]:

$$D_{x_k} = \exp[\sum_i \frac{L(V_i^T, V_i^0)}{L(V^T, V^0)} Ln\left(\frac{X_{k,i}^T}{X_{k,i}^0}\right) = \sum \frac{V_i^T - V_i^0}{LnV_i^T - LnV_i^0)} \times Ln\left(\frac{X_{k,i}^T}{X_{k,i}^0}\right) \quad (۴)$$

که در آن، تابع $L(V_i^T, V_i^0)$ متوسط لگاریتمی دو عدد مثبت می‌باشد که می‌توان آن را به‌صورت زیر محاسبه کرد:

$$L(V_i^T, V_i^0) = \frac{V_i^T - V_i^0}{LnV_i^T - LnV_i^0)} \quad (۵)$$

همچنین بر اساس تعریف شاخص میانگین حسابی دیویژیا در قالب فرم ضربی، تأثیر K امین عامل در تغییرات کل را می‌توان به‌صورت زیر تعریف کرد[۲]:

$$D_{x_k} = \exp[\sum_i \frac{\left(\frac{V_i^T}{V_i^0}\right) + \left(\frac{V_i^0}{V^0}\right)}{2} Ln\left(\frac{X_{k,i}^T}{X_{k,i}^0}\right)] \quad (۶)$$

برای شاخص‌های لاسپیرز و فیشر بر اساس تعداد عوامل مؤثر، تعاریف متعددی وجود دارد، به‌طوری‌که با افزایش تعداد عوامل دارای فرمول محاسباتی پیچیده‌تری می‌شوند.

در خصوص مصرف انرژی در بخش‌های صنعت و کشاورزی، عواملی مؤثر بر تغییرات مصرف انرژی، شامل اثر شدت انرژی، اثر ساختاری و در نهایت اثر فعالیت است که در معادله (۵) آمده است:

۱- به منظور مشاهده اثبات رابطه فوق به (wood and Lenzen, 2006,pp. 1326-1327) مراجعه کنید.

۲- به منظور مشاهده اثبات رابطه فوق به (wood and Lenzen, 2006,pp. 1326-1327) مراجعه کنید.

$$E_T = \sum_i E_i = \sum \frac{E_i}{GDP_i} \times \frac{GDP_i}{GDP} \times GDP = \sum I_T \times S_T \times GDP \quad (۵)$$

که I_T؛ سهم شدت انرژی و S_T، سهم فعالیت بخشiام می‌باشد.

بر اساس معادله(۶) داریم:

$$D_{tot} = E^T/E^0 = D_{int}D_{str}D_{act}D_{rsd} \quad (۶)$$

اندیس‌های str،act، int و rsd به ترتیب دلالت بر سطح تولید، ساختار فعالیت اقتصاد و شدت انرژی بخش‌های اقتصادی و باقیمانده دارند. تجزیه عوامل مؤثر بر تغییرات مصرف به سه اثر شدت انرژی، اثر ساختاری، و اثر فعالیت، به معنی این است که در تکنیک جمعی با مثبت بودن هریک از آثار فوق، می‌توان نتیجه گرفت که مصرف انرژی از نظر تولیدی، یا به واسطه تغییر ساختار و یا از منظر افزایش شدت انرژی، افزایش یافته است و اعداد منفی عکس موضوع فوق را نشان می‌دهند. تجزیه مصرف انرژی می‌تواند به دوشکل تجزیه دو دوره‌ای یا دو زمانه[1] و زنجیره‌ای یا سری زمانی[2] باشد. روش دو زمانه نیاز به اطلاعات دو دوره زمانی دارد و تغییرات مصرف انرژی را بین سال مبنا و سال مقصد، بدون در نظر گرفتن سال‌های میانی محاسبه میکند و این روش به دلیل فقدان آمار و اطلاعات سال‌های میانی تحلیل دقیقی ارائه نمی‌دهد. اما روش دوم شامل تجزیه سالانه تغییرات مصرف انرژی و در نهایت تجمیع این تغییرات است که در این روش به دلیل درنظر گرفتن اطلاعت تمامی سال‌ها، تحلیل تجزیه مصرف انرژی به شکل دقیق‌تری صورت می‌گیرد (Fotros and Barati, 2011).

شاخص جداسازی

در این مطالعه از شاخص جداسازی Tapio (Tapio, 2005) برای توضیح وضعیت جداسازی استفاده شد. برطبق مدل Tapio جداسازی مصرف انرژی از رشد اقتصادی توسط معادله زیر محاسبه می‌شود:

$$DI_i = \frac{\Delta E_i}{E_i} \Big/ \frac{\Delta GDP_i}{GDP_i} \quad (۷)$$

که، DI_i شاخص جداسازی برای رشدتولید و مصرف انرژی؛ GDP، ارزش تولید ناخالص داخلی در بخش صنعت و کشاورزی، E_i، مصرف انرژی در بخش صنعت و کشاورزی را نشان می‌دهد. همچنین متغیرهای ΔGDP و ΔE به ترتیب مقدار تغییر برای ارزش تولید ناخالص داخلی و مصرف انرژی را نشان می‌دهند. علاوه بر این، $\frac{\Delta GDP_i}{GDP_i}$ و $\frac{\Delta E_i}{E}$ به ترتیب نرخ تغییر ارزش تولید ناخالص داخلی و مصرف انرژی در بخش‌های کشاورزی و صنعت را نشان می‌دهند. در این مطالعه i نشان‌دهنده بخش‌های صنعت و کشاورزی می‌باشد. بر طبق مدل Tapio، شاخص جداسازی آلودگی به ۸ حالت تقسیم‌بندی می‌شود.

EC، افزایش رشد مصرف انرژی، تقریبا" با نرخ رشد تولید برابر است؛ END، نرخ رشد مصرف انرژی بیشتر از نرخ رشد تولید است؛ SND، رشد تولید کاهشی و نرخ رشد مصرف انرژی افزایشی است (بدترین حالت)؛WND، رشد تولید و نرخ رشد مصرف انرژی کاهشی و نرخ رشد مصرف انرژی کم‌تر از رشد تولید است؛ SD، رشد تولید افزایشی و نرخ رشد مصرف انرژی منفی است (بهترین حالت)؛ RC، کاهش رشد مصرف انرژی، تقریبا" با نرخ کاهش تولید برابر است؛ RD، رشد تولید و نرخ رشد مصرف انرژی کاهشی و نرخ رشد مصرف انرژی بیشتر از رشد تولید است؛ WD، رشد تولید و نرخ رشد مصرف انرژی افزایشی و نرخ رشد مصرف انرژی کم‌تر از رشد تولید است.

شاخص ترکیبی تجزیه- جداسازی

$$\varepsilon = DI_t = \frac{\Delta E}{E} \Big/ \frac{\Delta GDP}{GDP} = \frac{\Delta E_{int}/E}{\Delta GDP/GDP} + \frac{\Delta E_{str}/E}{\Delta GDP/GDP} + \frac{\Delta E_{act}/E}{\Delta GDP/GDP} = \varepsilon_{int} + \varepsilon_{str} + \varepsilon_{act} \quad (۸)$$

در این مطالعه، از روش زنجیره‌ای جهت تجزیه عوامل مؤثر بر مصرف انرژی بخش‌های صنعت و کشاورزی استفاده شد. همچنین پس از ارائه نتایج شاخص جداسازی Tapio، دو شاخص جداسازی و تجزیه ترکیب شد و نتایج آن ارائه و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

نتایج

بر اساس آمار و داده‌های مربوط به مصرف انرژی بخش‌های صنعت و کشاورزی در دوره زمانی ۱۳۹۷-۱۳۸۸ و تولید ناخالص داخلی به قیمت ثابت سال ۱۳۹۰، ابتدا با استفاده از شاخص تجزیه، عوامل مؤثر بر تغییرات مصرف انرژی در بخش‌های صنعت و کشاورزی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و سپس نتایج شاخص جداسازی و شاخص ترکیبی ارائه گردیده است.

در جدول ۲ نتایج تغییر مصرف انرژی بخش‌های صنعت و کشاورزی با استفاده از شاخص دیویژیای میانگین لگاریتمی ارائه شده است. همان‌گونه که نتایج نشان می‌دهد، در سال‌های ۱۳۹۲،۱۳۹۱، ۱۳۸۹، ۱۳۸۸ و ۱۳۹۷ اثر شدت انرژی سهم زیادی در افزایش مصرف انرژی در بخش صنعت داشته است. در سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ اثر تولیدی باعث افزایش مصرف انرژی به میزان ۴۱/۸۲ و ۱۵/۵۷ میلیون بشکه معادل نفت خام شده است. در بخش کشاورزی، اثر ساختاری بیشترین نقش را در افزایش مصرف انرژی در سال‌های ۱۳۸۸، ۱۳۹۱ و ۱۳۹۳ داشته و این موضوع نشان‌دهنده استفاده از صنایع و تکنولوژی با انرژی‌بری بالا در این بخش بوده است. اثر تولیدی بیشترین سهم را در سال‌های ۱۳۸۹، ۱۳۹۶ داشته است. سهم اثر شدت انرژی در مصرف انرژی بخش کشاورزی که نشان‌دهنده

1- Period-Wise Decomposition

2- Chain-linked Decomposition

بهینه‌سازی مصرف انرژی می‌باشد، در بیشتر سال‌های موردنظر، کاهشی و در سال ۱۳۹۷ باعث افزایش مصرف انرژی به میزان ۳/۸۹ میلیون بشکه معادل نفت خام شده است.

در جدول ۳، نتایج تجمیعی تجزیه مصرف انرژی بخش‌های صنعت و کشاورزی ارائه شده است.

جدول ۲- نتایج تجزیه مصرف انرژی بخش‌های صنعت و کشاورزی در ایران

Table 2- Results of energy consumption decomposing of GDP of industrial and agricultural sectors in Iran

سال Yaer	۱۳۸۸ (2009)	۱۳۸۹ (2010)	۱۳۹۰ (2011)	۱۳۹۱ (2012)	۱۳۹۲ (2013)	۱۳۹۳ (2014)	۱۳۹۴ (2015)	۱۳۹۵ (2016)	۱۳۹۶ (2017)	۱۳۹۷ (2018)
بخش صنعت Industrial sector										
اثرشدت Intensity effect	1.44	12.81	-2.48	42.65	9.68	7.94	-11.18	-6.58	-20.86	32.64
اثر ساختاری Structural effect	0.66	-0.18	1.48	0.13	-2.40	0.22	0.74	-2.72	3.07	0.70
اثر تولیدی(فعالیت) Activity effect	0.37	11.19	-1.17	-26.38	7.44	7.05	-0.17	41.82	15.57	-17.57
تغییرات کل Total changes	2.48	23.82	-2.17	16.40	14.72	15.22	-12.10	32.52	-2.21	15.76
بخش کشاورزی Agricultural sector										
اثرشدت Intensity effect	-4.02	-1.21	-0.41	-1.11	-0.29	-1.89	-2.01	-0.30	0.75	3.89
اثر ساختاری Structural effect	5.36	1.18	1.40	6.99	1.01	1.38	3.34	-4.72	-1.69	2.15
اثر تولیدی(فعالیت) Activity effect	0.06	1.83	-0.18	-4.17	1.18	1.11	-0.02	6.93	2.53	-2.84
تغییرات کل Total changes	1.4	1.8	0.8	1.7	1.9	0.6	1.3	1.9	1.6	3.2

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research finding

جدول ۳- نتایج تجمیعی تجزیه مصرف انرژی بخش‌های صنعت و کشاورزی در ایران

Table 3- Cumulative results of energy consumption analysis from GDP of industrial and agricultural sectors in Iran

سال Yaer	۱۳۸۸ (2009)	۱۳۸۹ (2010)	۱۳۹۰ (2011)	۱۳۹۱ (2012)	۱۳۹۲ (2013)	۱۳۹۳ (2014)	۱۳۹۴ (2015)	۱۳۹۵ (2016)	۱۳۹۶ (2017)	۱۳۹۷ (2018)
اثرشدت Intensity effect	-2.58	11.60	-2.90	41.54	9.38	6.04	-13.19	-6.89	-20.10	36.54
اثر ساختاری Structural effect	6.02	1	2.88	7.12	-1.39	1.60	2.59	-7.45	1.38	2.85
اثر تولیدی (فعالیت) Activity effect	0.43	13.02	-1.35	-30.56	8.63	8.17	-0.20	48.76	18.10	-20.42
تغییرات کل Total changes	3.88	25.62	-1.37	18.10	16.62	15.82	-10.80	34.42	-0.61	18.96

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research finding

همان‌طور که نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد، از سال ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۷ تغییرات کل مصرف انرژی در بخش‌های کشاورزی و صنعت افزایشی بوده و از ۳/۸۸ میلیون بشکه نفت خام به ۱۸/۹۶ میلیون بشکه نفت خام افزایش یافته است. در سال ۱۳۸۸، اثر ساختاری باعث افزایش مصرف انرژی در این دو بخش شده است و بنابراین در این سال صنایع با تکنولوژی انرژی‌بر استفاده گردیده و در ال ۱۳۹۷، اثر شدت انرژی سهم زیادی در مصرف انرژی دو بخش مذکور داشته است و بنابراین سیاست‌های بهینه‌سازی مصرف انرژی مؤثر واقع

نشده‌اند. علی‌رغم اجرای سیاست هدفمندی یارانه ها در سال ۱۳۸۸، مصرف انرژی در دو بخش صنعت و کشاورزی کاهشی نبوده است. از سال ۱۳۸۸ تا ۱۳۸۹ نرخ رشد مصرف انرژی در بخش صنعت، ۸/۸۵ درصد و در بخش کشاورزی ۴/۱۵ درصد بوده است.

جدول ۴- نتایج شاخص جداسازی مصرف انرژی از تولید ناخالص داخلی خش‌های صنعت و کشاورزی در ایران

Table 4- Results of decoupling index of energy consumption from GDP of industrial and agricultural sectors in Iran

سال Year	شاخص جداسازی Decoupling index	وضعیت Status
۱۳۸۸ (2009)	0.72	جداسازی ضعیف Weak decoupling
۱۳۸۹ (2010)	1.90	جداسازی منفی گسترده Expansive negative decoupling
۱۳۹۰ (2011)	0.68	جداسازی ضعیف Weak decoupling
۱۳۹۱ (2012)	-0.93	جداسازی منفی قوی Strong negative decoupling
۱۳۹۲ (2013)	-0.90	جداسازی منفی قوی Strong negative decoupling
۱۳۹۳ (2014)	1.50	جداسازی منفی گسترده Expansive negative decoupling
۱۳۹۴ (2015)	-62.46	جداسازی قوی Strong decoupling
۱۳۹۵ (2016)	0.76	جداسازی ضعیف Weak decoupling
۱۳۹۶ (2017)	0.44	جداسازی ضعیف Weak decoupling
۱۳۹۷ (2018)	-1.75	جداسازی منفی قوی Strong negative decoupling

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research finding

تحلیل نتایج شاخص جداسازی

نتایج شاخص جداسازی در جدول ۴ نشان می‌دهد، در سال‌های ۱۳۸۸،۱۳۹۵ و۱۳۹۶ جداسازی ضعیف اتفاق افتاده است. در این سال‌ها، رشد مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی در هر دو بخش صنعت و کشاورزی، مثبت بوده اما رشد مصرف انرژی کمتر از رشد تولید ناخالص داخلی بوده است. در سال‌های ۱۳۹۱، ۱۳۹۲ و ۱۳۹۷ جداسازی منفی قوی و بدترین وضعیت شاخص جداسازی اتفاق افتاده است. در این سال‌ها، نرخ رشد تولید ناخالص داخلی منفی و نرخ رشد مصرف انرژی مثبت بوده است. در سال ۱۳۹۴ بهترین وضعیت شاخص، حالت جداسازی قوی اتفاق افتاده و در حالی‌که نرخ رشد مصرف انرژی منفی بوده است، نرخ رشد تولید ناخالص داخلی بخش‌های صنعت و کشاورزی مثبت بوده است. شاخص جداسازی بخش‌های صنعت و کشاورزی در سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۳ وضعیت جداسازی منفی گسترده را تجربه کرده است. در این سال‌ها نرخ رشد مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی دو بخش مثبت بوده اما نرخ رشد مصرف انرژی بیشتر از نرخ رشد تولید ناخالص داخلی بوده است.

تحلیل نتایج شاخص ترکیبی

در جدول ۵، نتایج شاخص ترکیبی جداسازی- تجزیه ارائه شده است.

نتایج نشان می‌دهد در سال‌های ۱۳۸۸ ۹۲-۱۳۹۰ اثر ساختاری در جداسازی مصرف انرژی از تولیدناخالص داخلی بخش صنعت و کشاورزی نقش داشته است. در سال ۱۳۹۲، اثر فعالیت و اثر شدت باعث کاهش مصرف انرژی در بخش‌های صنعت و کشاورزی شده‌اند و نقش مثبت در جداسازی مصرف انرژی از تولید ناخالص داخلی دو بخش مذکور داشته‌اند. در سال ۱۳۹۳، اثرفعالیت بر جداسازی مصرف انرژی از تولید ناخالص داخلی منفی بوده و دارای بیشترین اثر بر شاخص جداسازی بوده است. در سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶، اثر ساختاری نقش مثبتی در جداسازی مصرف انرژی از تولید ناخالص داخلی داشته و در سال ۱۳۹۷ اثر شدت باعث کاهش مصرف انرژی شده و دارای بیشترین تأثیر در جداسازی مصرف انرژی از تولید ناخالص داخلی بوده است.

جدول ۵- شاخص Decoupling- IMDI در بخش‌های صنعت و کشاورزی

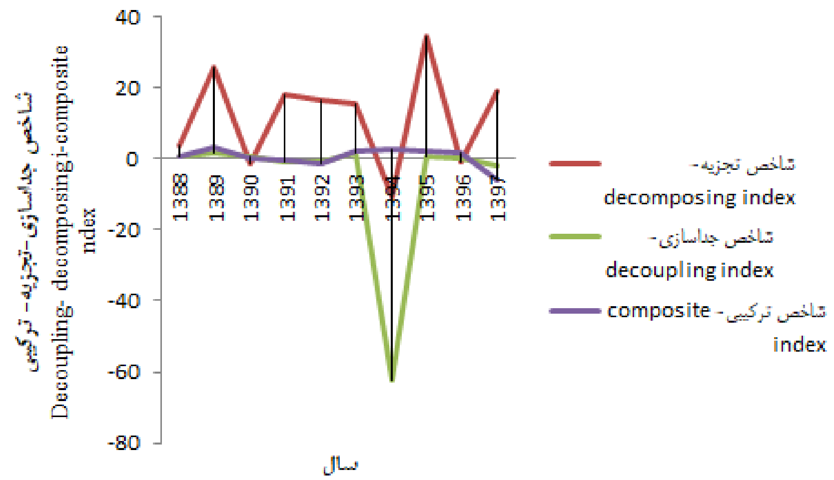
Table 5- Decoupling-LMDI index in industry and agricultural sectors

سال Year	کشش اثر تولیدی ε_{act}	کشش اثر ساختاری ε_{str}	کشش شدت انرژی ε_{int}	شاخص ترکیبی Decoupling- IMD
۱۳۸۸ (2009)	0.09	0.95	-0.37	0.67
۱۳۸۹ (2010)	1.73	0.38	0.90	3.02
۱۳۹۰ (2011)	-0.29	1.13	-0.64	0.18
۱۳۹۱ (2012)	-0.35	2.45	-2.18	-0.08
۱۳۹۲ (2013)	-0.44	0.46	-1.41	-1.39
۱۳۹۳ (2014)	1.28	0.54	0.20	2.03
۱۳۹٤ (2015)	0.02	0.98	1.68	2.70
۱۳۹٥ (2016)	4.76	-2.10	-0.39	2.26
۱۳۹٦ (2017)	3.46	-2.03	0.31	1.74
۱۳۹۷ (2018)	5.61	-3.19	-8.36	-5.94

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research finding

در شکل ۲، شاخص‌های تجزیه، جداسازی و ترکیبی نشان داده شده‌اند. همان‌طور که مشخص است شاخص تجزیه، در سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۵ دارای بیشترین و در سال ۱۳۹۴ دارای کم‌ترین میزان تغییرات مصرف انرژی در بخش‌های صنعت و کشاورزی بوده است. در سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۵، اثر تولیدی تأثیر منفی در مصرف انرژی داشته و باعث افزایش مصرف انرژی شده است. در سال ۱۳۹۴ شاخص جداسازی مصرف انرژی از رشد بخش کشاورزی نیز بهترین و ایده‌آل ترین حالت ممکن، جداسازی قوی را داشته است و این نشان‌دهنده این است که نرخ رشد بخش کشاورزی از نرخ رشد مصرف انرژی بیشتر بوده است. در این سال، اثر شدت انرژی تأثیر مثبتی در کاهش مصرف انرژی داشته است. همان‌گونه که شکل نشان می‌دهد شاخص ترکیبی نوسانات خیلی زیادی را تجربه نکرده است.



شکل۲- شاخص جداسازی، شاخص تجزیه و شاخص ترکیبی

Figure 2- Decoupling index, decomposing index and Decoupling- LMDI index

بحث و نتیجه‌گیری

این مطالعه جداسازی مصرف انرژی از تولیدناخالص داخلی بخش‌های صنعت و کشاورزی و سهم اثرهای ساختاری، تولید و شدت انرژی در مصرف انرژی را برای هربخش در ایران مورد بررسی قرار داد. نتایج تحلیل تجزیه نشان داد در بخش صنعت، ۱۳۹۶، ۱۳۹۴ و ۱۳۹۰ اثر شدت باعث کاهش مصرف انرژی در بخش صنعت شده است و بنابراین سیاست‌های بهینه‌سازی مصرف انرژی در بخش مؤثر بوده‌اند. در سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۱ اثر تولیدی بیشترین سهم را در کاهش مصرف انرژی و در سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۲ اثر ساختاری باعث کاهش در مصرف انرژی بخش صنعت شده است. نتایج شاخص تجزیه در بخش کشاورزی نشان داد در سال‌های ۱۳۹۵–۱۳۸۸ اثر شدت انرژی باعث کاهش مصرف انرژی در بخش کشاورزی شده است و این نشان‌دهنده موفقیت سیاست‌های صرفه‌جویی مصرف سوخت‌های فسیلی در بخش کشاورزی است و در سال۱۳۹۶ اثر ساختاری و در سال ۱۳۹۷ اثر تولیدی باعث کاهش مصرف انرژی در بخش کشاورزی شده است. بنابراین در سال ۱۳۹۶، از فناوری‌های با انرژی کم‌تر در بخش کشاورزی استفاده شده است. از سال ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۷ تغییرات کل مصرف انرژی در بخش‌های کشاورزی و صنعت افزایشی بوده است. در سال ۱۳۸۸، اثر ساختاری باعث افزایش مصرف انرژی در این دو بخش شده است و بنابراین در این سال صنایع با تکنولوژی انرژی‌بر استفاده گردیده و در ال ۱۳۹۷، اثر شدت انرژی سهم زیادی در مصرف انرژی دو بخش مذکور داشته است و بنابراین سیاست‌های بهینه‌سازی مصرف انرژی مؤثر واقع نشده‌اند. علی‌رغم اجرای سیاست هدفمندی یارانه ها در سال ۱۳۸۸، مصرف انرژی در دو بخش صنعت و کشاورزی کاهشی نبوده است. از سال ۱۳۸۸ تا ۱۳۸۹ نرخ رشد مصرف انرژی در بخش صنعت، ۸/۸۵ درصد و در بخش کشاورزی ۴/۱۵ درصد بوده است. با نگاهی به آمار و داده‌های کشورهای توسعه‌یافته درزمینه شدت مصرف انرژی، مصرف ناکارای انرژی در کشور ما بیشتر به چشم می‌آید که از مهم‌ترین علل آن بازده پایین فناوری‌های تبدیل انرژی و فرهنگ غیرصحیح مصرف انرژی است. به‌علاوه فرسودگی تجهیزات، قدیمی بودن فرایندهای تولید، بی‌توجهی به فعالیت‌های تحقیقاتی و پژوهشی در واحدهای صنعتی، استفاده از تجهیزات با کارایی کم، فرهنگ ناصحیح استفاده از انرژی، از عوامل مهم مصرف غیرمنطقی انرژی در بخش‌های مختلف کشور است.

نتایج شاخص جداسازی مصرف انرژی از رشد بخش کشاو زی نشان داد، در سال ۱۳۹۴ شاخص جداسازی مصرف انرژی از رشد بخش کشاورزی، بهترین و ایده‌آل‌ترین حالت ممکن، جداسازی قوی را داشته است و این نشان‌دهنده این است که نرخ رشد بخش کشاورزی از نرخ رشد مصرف انرژی بیشتر بوده است. در این سال، اثر شدت انرژی تأثیر مثبتی در کاهش مصرف انرژی داشته و بنابراین سیاست‌های بهینه‌سازی مصرف انرژی بوده‌اند. حالت‌های مختلف شاخص جداسازی و تجزیه سهم اثر ساختاری، فعالیت و تولید در مصرف انرژی در بخش‌های صنعت و کشاورزی می‌تواند به‌عنوان شواهدی برای تلاش کشورها در جهت جداسازی قوی و ذخیره انرژی بخش صنعت و کشاورزی مورد استفاده قرار گیرند. پیشرفت تکنولوژی و نوآوری می‌تواند وابستگی رشد بخش‌ها به مصرف انرژی را کاهش دهد. همچنین، توجه به بهینه‌سازی ساختار اقتصادی برای ایجاد پایداری اقتصاد و رسیدن به حالت ایده‌آل شاخص جداسازی باید مدنظر قرار گیرد.لازم است با ورود فناوری و تجهیزات جدید، به مصرف انرژی آنها نیز توجه شده و از فناوری‌های با مصرف انرژی کمتر به جای فناوری‌های با مصرف بالا استفاده شود. دولت نیز باید به تأمین درست و به موقع انرژی بخش کشاورزی، به عنوان یکی از نهاده‌های مهم تولید در این بخش، توجه نماید.حمایت برای توسعه فناوری‌های نوین، بهینه‌سازی مصرف انرژی، توسعه و حمایت از شرکت‌های خدمات انرژی، اعمال سیاست‌های تشویقی و تنبیهی در بخش مصرف‌کنندهٔ نهایی، پیاده‌سازی سیستم مدیریت انرژی، تدوین و اجرای معیارها و استانداردهای مصرف انرژی، و آموزش، فرهنگسازی و اطلاع‌رسانی گسترده با هدف مدیریت و بهبود شدت انرژی ازطریق افزایش کارایی و بازده با استفاده از فناوری‌های نوین در بخش‌های مختلف کشور، ازجمله عوامل مهم در تحقق اهداف تعیین شده در راستای کاهش مصرف انرژی می‌باشند.

منابع

1. Abounoori, A.A., & Nikban, A. (2009). A research on factors, affecting Intensity of energy use, based on divisia *Model 1*(7): 77-92.
2. Amadeh, H., Ghazi M., & Abbasifar, Z. (2009). Causality relation between energy consumption and economic growth and employment in Iranian economy. *Journal Economic Research (TAHGHIGHAT-E-EGHTESADI). 44*(86): 1-38. https://doi.org/20.1001.1.00398969.1388.44.1.1.5.
3. Amadeh, H., & Hashemi, M. (2020). Using combined approach of logarithmic mean divisia Index and decoupling Index for Decomposition of Energy Consumption in Agricultural Sector of Iran. *Iranian Energy Economics 9*(33): 19-39. https://doi.org/20.1001.1.24235954.1398.9.33.2.0.

4. Ang, B.W., & Zhang, F.Q. (2006). A survey of index decomposition analysis in energy and environmental studies. *Energy* 25: 1145-1176. https://doi.org/10.1016/S0360-5442(00)00039-6.
5. Bagherzadeh, A. (2019). Investigating the trend of energy consumption in the agricultural sector during 5 development programs in the country. Tehran: Ministry of Jihad Agriculture, Planning Research Institute, Agricultural Economics and Rural Development.
6. Barati Malaieri, A., Hoori Jaafari, H. (2008). Investigating the energy consumption in marginal consumer sectors. *Energy Economics Issues* 1: 56-97.
7. Chen, X., Shuai, Ch., Zhang, Y., & Wu, Y. (2020). Decomposition of energy consumption and its decoupling with economic growth in the global agricultural industry. *Environmental Impact Assessment Review* 81: 1-10.8. Energy Balance, Ministry of Energy, 1395-1397. https://doi.org/10.1016/j.eiar.2019.106364.
8. Engo, J. (2018). Decomposing the decoupling of CO_2 emissions from economic growth in Cameroon. *Environmental Science and Pollution Reseach* 25: 35451–35463. https://doi.org/10.1007/s11356-018-3511-z.
9. Faridzad, A. (2015). Energy Intensity decomposition analysis in Iranian Eenegy-intensive industries using the Logarithmic Mean Divisia Index with Emphasis on the Chain-Linked and Period-Wise Approach. *Iranian Energy Economics* 15: 87-117. https://doi.org/10.22054/jiee.2016.1881.
10. Fotros, M.H., & Barati, J. (2011). Decomposition of Iranian energy consumption-related Co_2 emissions in economic Sectors, an index decomposition Analysis. *Energy Economics Review 8*(28): 49-73.
11. Hashemi, M., & Amadeh, H. (2020). Analysis of energy consumption in sectors of industry and transportation (Integrated Approach LMDI methods and indicators. *Quarterly Journal of New Economy and Trade 14*(7): 125-148.
12. Khalili Araghi, A., Sharzehi, G.A., & Barkhordari, S. (2012). A decomposition analysis of Co_2 emissions related energy consumption In Iran. *Journal of Environmental Studies 38*(61): 93-103. https://doi.org/10.22059/JES.2012.29015.
13. Long, L., & Wang, X. (2017). A study on the relationship among ecologaical loss growth and welfare level in the process of urbanization in China: based on Tapio decoupling analysis and Granger Causality test. *Inquiry Into Economics* 3: 98–106.
14. Luo, Y., Long, X., Wu, C., & Zhang, J. (2017). Decoupling CO_2 emissions from economic growth in agricultural sector across 30 Chinese provinces from 1997 to 2014. *Journal of Cleaner Production* 159: 220–228. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.05.076.
15. Mobini Dehkordi, A., & Houri Jafari, H. (2017). Analytical review on energy consumption pattern policies and plans effect on the energy intensity of Iran. *Journal of Science and Technology Policy Letters (JSTPL) 7*(20): 45-60. https://doi.org/20.1001.1.24767220.1396.07.3.4.8.
16. OECD (Organization for Economic Co-operation and Development). Indicators to measure decoupling of environmental pressure from economic growth. Sustainable Development. SG/SD (2002), 1/Final. Website: http://www. olis.oecd.org/olis/2002doc.nsf/LinkTo/sg-sd (2002)1-final accessed on August 28, 2010.
17. Pourebadollahan Covich, M., Panahi, H., Homonlo, SH., & Salehi Aba, K. (2016). Decomposing Influencing Factors of Energy Consumption Changes in the Iranian Industrial Subsectors: The lomparison of laspeyres and divisia Methods. *Quarterly Journal of Applied Theories of Economics 2*(4): 49-70.
18. Ren, Sh., Yin, H., & Chen, X. (2014). Using LMDI the decoupling of darbon dioxide Emissions by Industry, *Environmental Development* 9: 61–75. https://doi.org/10.1016/j.envdev.2013.11.003.
19. Naghavi, S., Ebrahimi-Khusfi, Z., & Mirzaei, A. (2021). Decoupling pollution-agricultural growth and predicting climate change impacts on decoupling index using Bayesian network in different climatic regions. Environmental Science Poluution Researches. https://doi.org/10.1007/s11356-021-16662-9.
20. Sadeghi, Z., Jalaee Seyed, A., & Nikravesh, M. (2019). Investigating energy consumption performance in Iranian provinces: index decomposition analysis. *Regional Development (Knowledge and Development) 25*(16): 57-86. https://doi.org/10.22067/erd.v25i16.68848.
21. Tapio Petri. (2005). Towards a Theory of Decoupling: Degrees of Decoupling in the EU and the Case of Road in Finland Between 1970 and 2001, *Transport Policy* 12: 137–151.
22. Tavana Najar, A., & Feizi, M. (2015). Investigating the factors affecting the changes in the consumption of petroleum products in the domestic sector of Iran. 10th International Confernce of Energy.
23. Wang, W., Liu R., Zhang, M., & Li, H. (2013). Decomposing the decoupling of energy- Related CO_2 Emissions and Economic Growth in Jiangsu Province, *Energy for Sustainable Development 17*(1): 62-71. https://doi.org/10.1016/j.esd.2012.11.007.
24. Wang, Q., & Wang, S. (2019). A comparison of decomposition the decoupling carbon emissions from economic growth in transport sector of selected provinces in eastern, central and western China. *Journal of Cleaner Production* 229: 570-581. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.375.
25. Zhang, M., Song, Y., Su, B., & Suni, X. (2015). Decomposition the decoupling indicator detween the economic growth and energy consumption in China. *Energy Efficiency* 8: 1231-1239. https://doi.org/10.1007/s12053-015-9348-0.
26. Zhang, Z.X. (2000). Decoupling China's carbon emissions increase from economic growth: an economic analysis

and policy implications. *World Development* 28: 739–75. https://doi.org/10.1016/S0305-750X(99)00154-0.
27. Zhou, Y., & Bai, Y. (2016). Decoupling economic growth from energy consumption: an analysis of Beijing, China, *Journal of Residuals Science & Technology 13*(7).
28. Zhou, M., & Hu, B. (2020). Decoupling of carbon emissions from agricultural land utilization from economic growth in China. *Agricultural Economics-Czech 66*(11): 510-518. https://doi.org/10.17221/290/2020-AGRICECON.